

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО  
ГОСПОДАРСТВА**

**А.В. Іщенко**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання лабораторних робіт  
з дисципліни**

**«ГІДРОЛОГІЯ І ГІДРОМЕТРІЯ»**

*(для студентів 3 курсу заочної форми навчання за напрямками підготовки  
6.060103 „Гідротехніка (Водні ресурси)” (0926 - „Водні ресурси”),  
спеціальності „Водопостачання та водовідведення”)*

**Харків – ХНАМГ – 2009**

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Гідрологія і гідрометрія" (для студентів 3 курсу денної та заочної форм навчання за напрямами підготовки 6.060103 „Гідротехніка (Водні ресурси)” (0926 - „Водні ресурси”), спеціальності - „Водопостачання та водовідведення”).  
Укл.: Іщенко А.В. – Х.: ХНАМГ, 2009. –12 с.

Укладач: А.В. Іщенко

Рецензент: І.Ю.Саратов

Рекомендовано кафедрою інженерної екології міст,  
протокол № 9 від 03.05.2009 р.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1**

### **ГІДРОГРАФ РІВНИННИХ РІК І ЙОГО ЗВ'ЯЗОК З ТИПАМИ ЖИВЛЕННЯ (НА ПРИКЛАДІ Р. СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ)**

У цій роботі викладаються методи обчислення гідрографічних, режимних і стокових характеристик.

#### **Основні завдання роботи**

1. На основі даних таблиці 1 на міліметровому папері побудувати графік витрати в масштабі: горизонтальний: в 1 мм – 1 день; вертикальний: в 1 см – 10 м<sup>3</sup>/сек (малюнок 1).

2. Розчленувати гідрограф по типах живлення, використовуючи метод Б.В. Полякова:

- а) виділити дощове живлення шляхом зрізання плавною лінією всіх короткострокових піків на графіку;
- б) виділити потале снігове живлення; для цього знаходимо на графіку точку **A** - початок повіддя, точку **B** – пік повіддя, точку **C** – кінець повіддя; із точки **B** опускаємо перпендикуляр на шкалу днів – одержуємо точку **D**; з'єднуємо точки **A – D**, **D – C**; ділянка на графіку, укладена між точками **A, B, C, D** належить до поталого снігового живлення;
- в) виділити підземне живлення; для цього знаходимо на графіку точку **M** (точка найменшої витрати) і проводимо через неї лінію, паралельну шкалі днів (лінія межені); ділянка графіка, що перебуває нижче даної лінії належить до підземного живлення, а вище – до ґрунтового.

3. Визначити фази водного режиму рік (повіддя; межень: літня, зимова; осінні дощові паводки).

4. По гідрографу визначити об'єми стоку:

- а) за рік,  $W_{річн}$  (км<sup>3</sup>);

- б) об'єм поверхневих типів живлення: снігового ( $W_c$ ) і дощового ( $W_d$ ) стоків ( $\text{км}^3$ );
- в) об'єми підземних типів живлення: ґрунтового ( $W_{гр}$ ) і підземного ( $W_{п}$ ) стоків ( $\text{км}^3$ ).

Зазначені об'єми можна обчислити такими способами:

- інструментальним – за гідрографом послідовним планиметруванням площ: усього гідрографа, поверхневого снігового й дощового, ґрунтового й підземного стоків,
- аналітичним,
- графоаналітичним – за допомогою палетки.

5. Знати основні визначення (гідрограф, витрата води, об'єм рідкого стоку, повіддя, паводок, межень).

Таблиця 1. – Гідрограф рівнинних рік  
(р. Сіверський Донець)

№ витрат	Дата виміру	Рівень води над нулем графіка, см	Витрата води (м³/с)
1	7/ I	85	28,9
2	14/ I	88	45,1
3	12/ I	84	48,8
4	27/ I	76	44,0
5	7/ II	68	33,0
6	15/ II	75	39,0
7	25/ II	158	154
8	7/ III	222	205
9	16/ III	153	274
10	22/ III	166	305
11	28/ III	184	279
12	1/ IV	171	181
13	3/ IV	200	202
14	7/ IV	208	202
15	14/ IV	196	131
16	19/ IV	214	224
17	28/ IV	190	148
18	5/ V	199	125
19	18/ V	176	62,2
20	27/ V	176	49,7
21	7/ VI	178	34,0
22	16/ VI	178	31,1
23	26/ VI	180	37,8
24	30/ VI	180	30,8
25	6/ VII	178	31,1
26	13/ VII	184	78,9
27	25/ VII	179	41,2
28	31/ VII	184	50,6
29	7/ VIII	182	28,3
30	11/ VIII	178	27,6
31	22/ VIII	178	23,6
32	30/ VIII	177	21,8
33	11/ IX	180	31,6
34	14/ IX	178	26,2
35	20/ IX	182	25,7
36	27/ IX	182	22,3
37	5/ X	185	35,3
38	11/ X	184	28,7
39	20/ X	196	116
40	26/ X	179	41,4
41	2/ XI	182	42,3
42	10/ XI	184	70,0
43	18/ XI	179	57,4
44	25/ XI	179	74,9
45	30/ XI	188	172
46	1/ XII	160	143
47	2/ XII	121	183
48	4/ XII	56	89,4
49	11/ XII	50	73,7
50	15/ XII	53	70,0

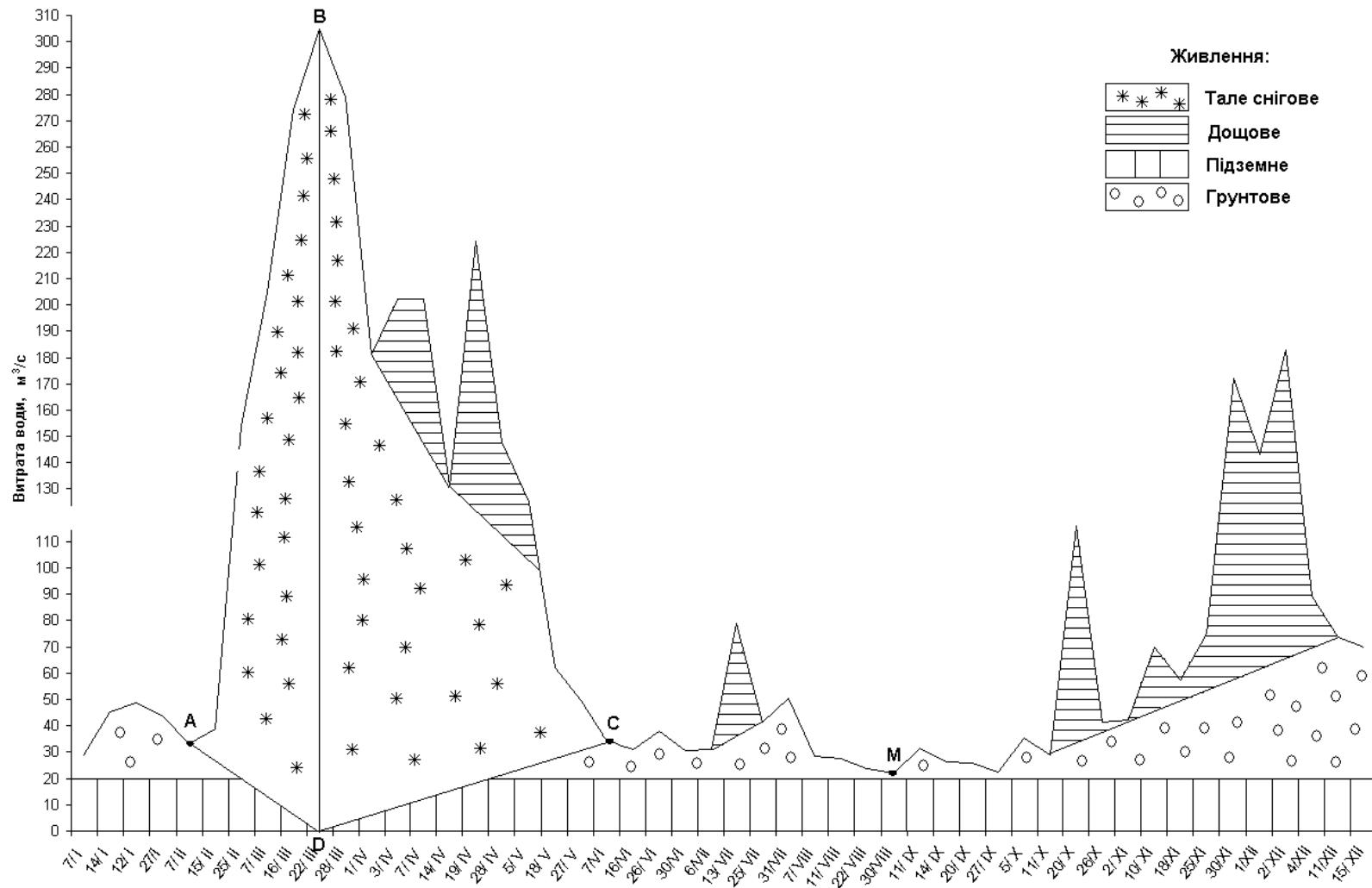


Рис. 1 - Гідрограф рівнинних рік (на прикладі р. Сіверський Донець)

## ***ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2***

### **ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ ОЗЕР ПОМІРНОГО КЛІМАТУ**

Лабораторна робота виконується на міліметровому папері формату А<sub>3</sub>.

#### Основні завдання роботи

##### *I Практична частина*

1. На основі даних таблиць 1,2 побудувати графіки розподілу температури по глибині по сезонах року для озера N та озера M, строго відповідаючи зазначеному в масштабу (рис 1, 2).

2. На графіках:

- а) указати типи стратифікацій водної маси (пряма, зворотна, гомотермія);
- б) для літнього типу виділити шари стратифікації (епілімніон, металимніон, гіполімніон).

##### *II Теоретична частина*

1. Знати елементи прибуткової частини теплового балансу й класифікацію озер по температурному режимі.

2. Уміти пояснювати переходи графіків з одного виду в інший, використовуючи знання основних фізичних процесів, що відбуваються в той або інший сезон.

Елементи прибуткової частини теплового балансу:

- 1) прихід прямої й неухваленої сонячної радіації (улітку);
- 2) конвективний теплообмін з атмосферою (улітку);
- 3) віддача тепла улоговині озера (зима);
- 4) принесення тепла ріками й підземними водами;
- 5) біохімічні реакції;
- 6) процеси льодоутворення.

Елементи видаткової частини теплового балансу:

- 1) випар;
- 2) конвективний теплообмін з атмосферою (узимку);
- 3) нагрівання улоговин озера (улітку);
- 4) винос тепла ріками й підземними водами;
- 5) витрата на танення льоду.

За класифікацією, озера за температурним режимом поділяються на три групи.

1. Озера екваторіального типу – для них характерна *пряма температурна класифікація*, тобто температура води в озері завжди вище  $+4^{\circ}\text{C}$ .

2. Озера полярного типу – для них характерна протягом усього року *зворотна температурна стратифікація*, тобто температура води в озері завжди нижче  $+4^{\circ}\text{C}$ .

3. Озера помірного типу (клімату) – для них характерна зміна видів стратифікації по сезонах: улітку – пряма, як в озерах екваторіального типу, узимку зворотна, як в озерах полярного типу, а в міжсезоння (навесні й восени) спостерігається таке явище, як гомотермія. Зміна стратифікацій у помірному кліматичному поясі обумовлена зміною елементів прибуткової й видаткової частин теплового балансу.

Температурний режим озер помірного кліматичного пояса обумовлений приходом тепла й розподілом його у водній масі.

**Зима.** У результаті охолодження поверхневих шарів озера, розподіл температури по вертикалі характеризується станом, що називається *зворотною температурною стратифікацією*, тобто підвищенням температури із глибиною. Вона зберігається під льодом протягом всієї зими. Мінімальна температура спостерігається відразу після льодоставу. Тепловіддача дна й берегів визначає підвищені температури на дні. У другій половині зими тепловіддача зменшується, різниця температури поверхні й у дна теж зменшується.

**Весна.** Після розкриття льоду температура води озера нижче  $+4^{\circ}$  (на поверхні нижче, ніж у дна). При нагріванні верхніх шарів до температури близької до  $+4^{\circ}$  починається конвекція. У результаті перемішування, що прискорюється вітровим перемішуванням, температура вирівнюється по всій товщині озера. Термічний стан, коли температура води однакова у всій водній масі, називається *весняною гомотермією*. Зазвичай гомотермія встановлюється



при температурі  $+4^{\circ}$ , але при сильних вітрах може існувати й при температурі  $+10^{\circ}$ . У невеличких озерах гомотермія зберігається протягом усього безледового періоду. Гомо - грецьке слово, у перекладі - рівність, однозначність, подібність.

**Літо.** Наприкінці весни – початку літа в міру прогрівання, різниця температури поверхневих і глибинних шарів зростає. Літній період характеризується убуттям температури із глибиною й розподілом водної маси на термічні зони. Розподіл температури по вертикалі, коли у верхніх шарах розташовуються більше теплі води, а із глибиною йде зниження температури, називається *прямою температурною стратифікацією*.

Верхній шар, прогрітий і добре перемішаний, має однорідну температуру. Малі градієнти щільності верхнього шару полегшують вітрове перемішування. Ця зона називається *епілімніоном*.

Між прогрітими поверхневими й холодним глибинним шарами розташовується тонкий (від декількох дециметрів до декількох метрів) шар розділу або шар стрибка – *металімніон*, де спостерігається різке зниження температури. У період тихого й жаркого літа різниця температур у шарі стрибка досягає  $20^{\circ}$  і більше.

Нижня, відносно холодна зона – *гіполімніон* характеризується плавним і незначним зниженням температури із глибиною.

Епі-, мета-, гіполімніони характеризуються не тільки температурними особливостями, але й розходженням у хімічному, газовому й біологічному режимах.

**Осінь.** З початком осіннього охолодження, зростає щільність води на поверхні, починається конвективне перемішування, шар стрибка поринає, потім зникає. Конвекція прискорюється вітро-хвильовим перемішуванням, що приводить до вирівнювання температури всієї маси води озера. Гомотермія встановлюється в інтервалі температури близької до  $+4^{\circ}$ . У процесі перемішування відбувається збагачення озер киснем.

Таблиця 2 – Сезонний розподіл температури по вертикалі  
(озеро N)

Глибина Н, м	Тем-ра t, °C	Глибина Н, м	Тем-ра t, °C	Глибина Н, м	Тем-ра t, °C	Глибина Н, м	Тем-ра t, °C
<i>Зима (5 січня)</i>		<i>Весна (3 травня)</i>		<i>Літо (29 липня)</i>		<i>Осінь (8 жовтня)</i>	
0	0	0	4,5	0	22,5	0	5
2	1,8	2	4,5	1	22,3	5	5
5	2,5	5	4,3	2,5	22	10	5
7	2,9	10	4,2	5	10,1	15	5
10	3,2	15	4	10	7	20	5
11	3,3	20	4	15	6,1	25	5
15	3,5	25	4	20	6		
20	3,8			25	4,8		
25	4						

**Масштаб горизонтальний**

зима - 1 см - 1°    літо - 1 см - 2°  
весна - 1 см - 1°    осінь - 1 см - 2°

**Масштаб вертикальний**

1 см – 2,5 м

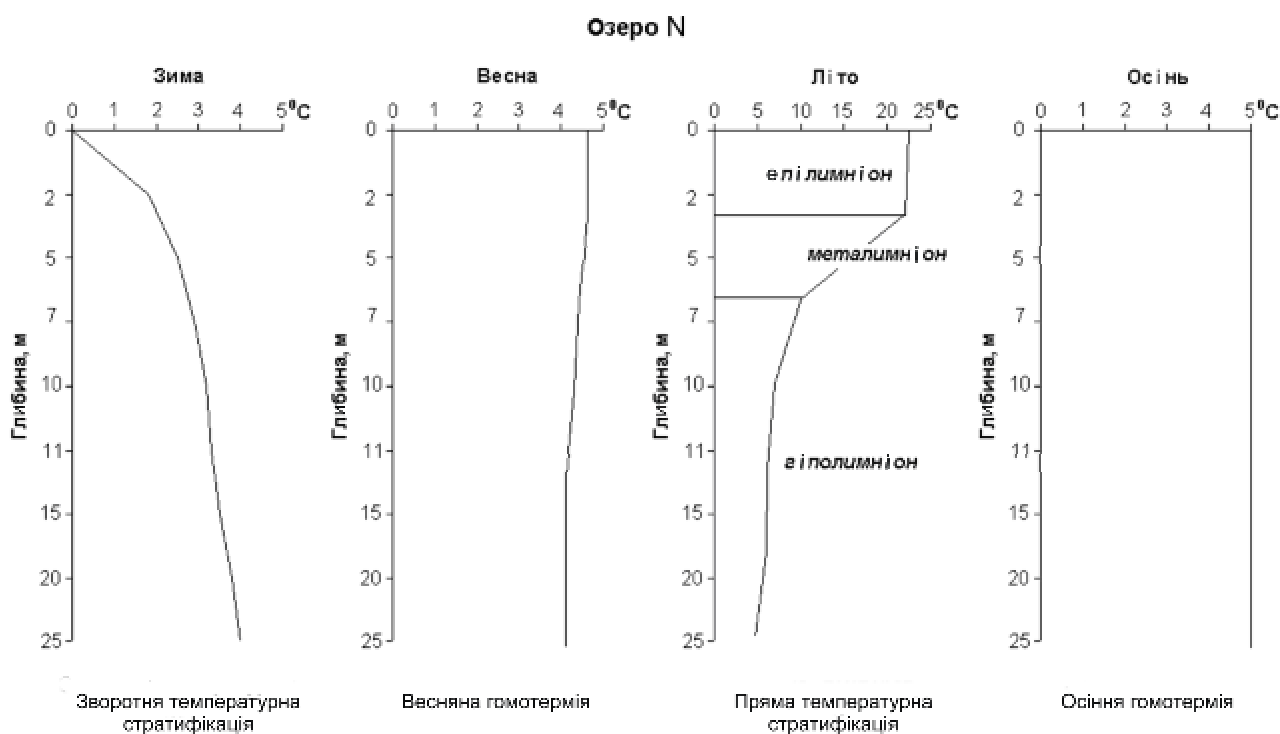


Рис. 2 - Сезонний розподіл температури по вертикалі  
(озеро N)

Таблиця 2 – Сезонний розподіл температури по вертикалі  
(озеро М)

Глибина Н, м	Тем-ра t, °C	Глибина Н, м	Тем-ра t, °C	Глибина Н, м	Тем-ра t, °C	Глибина Н, м	Тем-ра t, °C
<i>Зима</i>		<i>Весна</i>		<i>Літо</i>		<i>Осінь</i>	
0	3	0	5,8	0	18,8	0	7,8
10	3,4	10	5,5	10	18,5	10	7,6
20	3,8	20	5,3	20	16,3	20	7,5
30	4	30	5,1	30	10,4	30	7,2
40	4	40	4,6	40	5,8	40	7
50	4	50	4,2	50	4,6	50	6,4
60	4	60	4,1	60	4,4	60	5,4
70	4	70	4	70	4,2	70	4,6
80	4	80	4	80	4,1	80	4,3

**Масштаб горизонтальний**

зима – 1 см - 1°      літо – 1 см - 2°  
весна – 1 см - 1°      осінь – 1 см - 1°

**Масштаб вертикальний**

1 см – 10 м

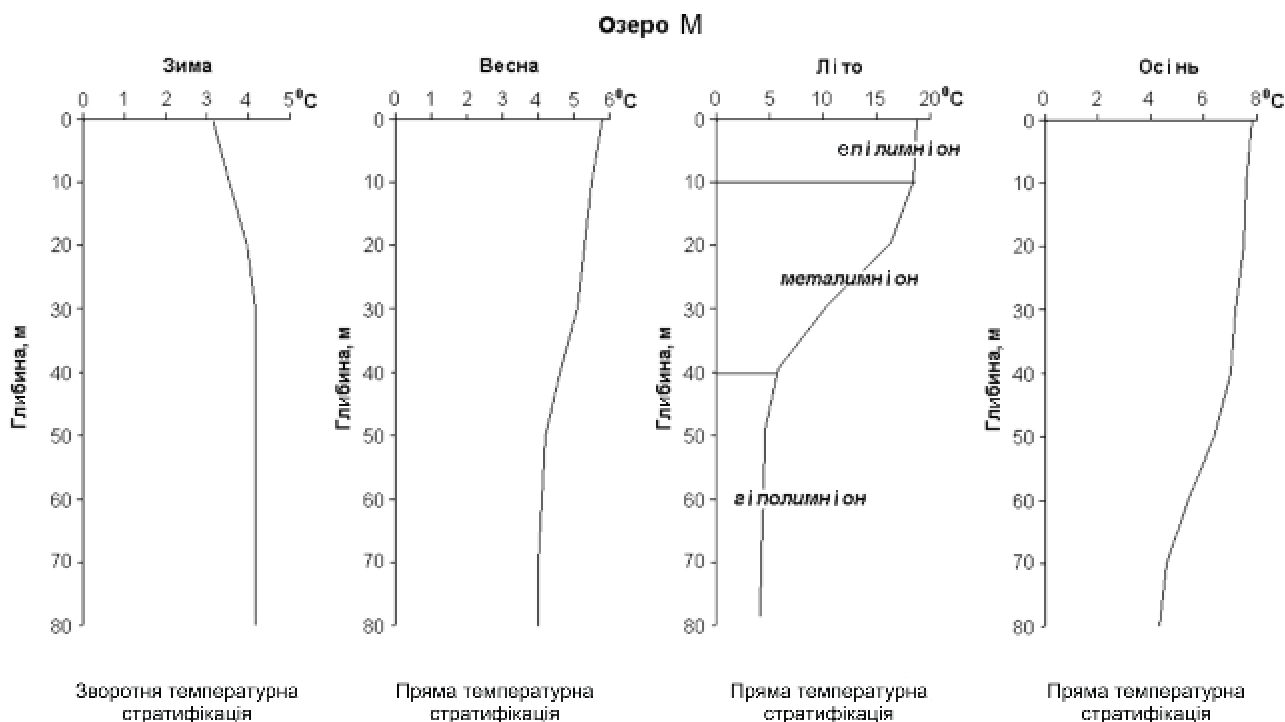


Рис. 3 - Сезонний розподіл температури по вертикалі (озеро М)

## НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Гідрологія і гідрометрія" (для студентів 3 курсу заочної форми навчання за напрямами підготовки 6.060103 „Гідротехніка (Водні ресурси)” (0926 - „Водні ресурси”), спеціальності - „Водопостачання та водовідведення”).

Укладач: Андрій Володимирович Іщенко

Комп'ютерна верстка: І.В. Волосожарова

План 2009, поз. 710 М

Підп. до друку 25.12.2009	Формат 60*80 1/16.	Папір офісний
Друк на ризографі	Умовн.-друк. арк. 0,5	Обл.-вид. арк. 0,7
Замовл. № _____	Тираж 50 прим.	

ХНАМГ, 61002, Харків, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ  
61002, Харків, вул. Революції, 12